UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Esther Bertoldo Nantes

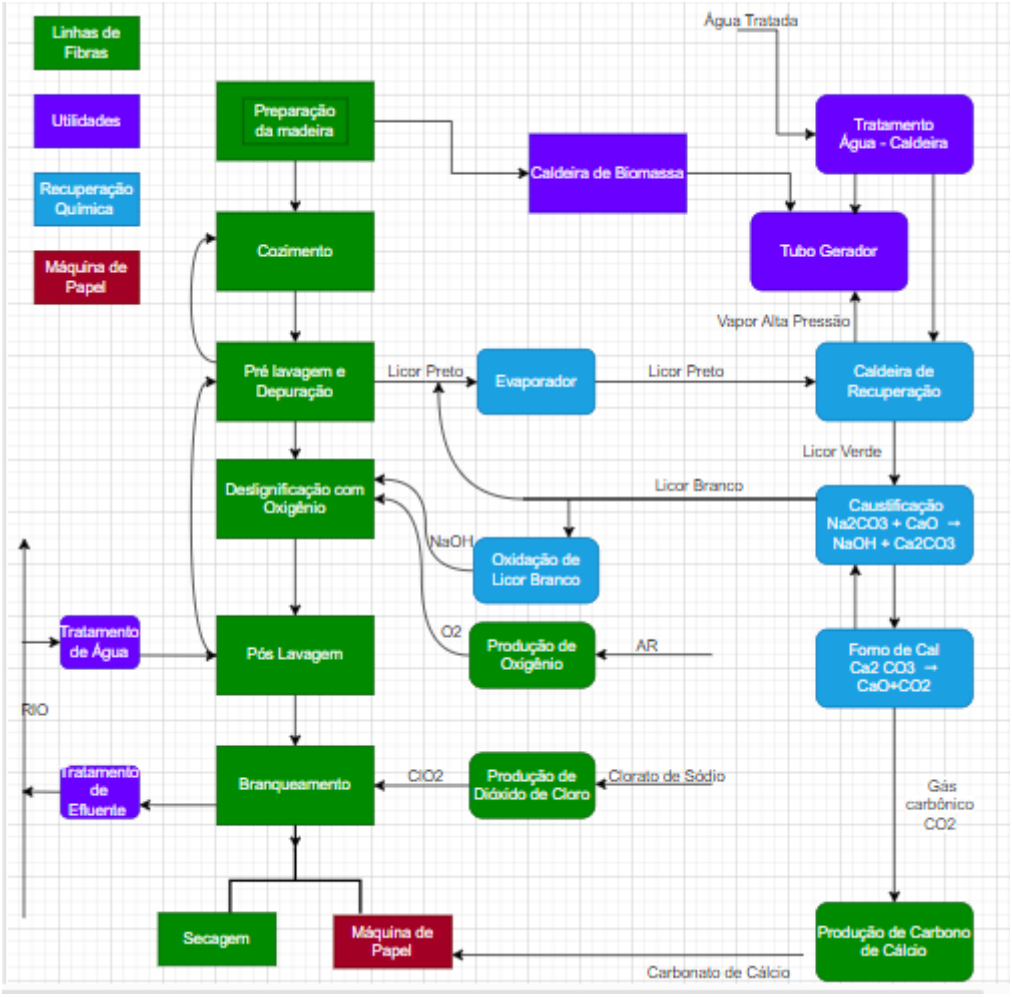
PRODUÇÃO DE CELULOSE

CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO
2024

Projeto Papel e Celulose

Montar uma empresa de papel e celulose Kraft com capacidade de produção de 400 T/h de polpa de celulose (Pinus 85% cell) e essa empresa trabalha 8 horas por dia.

Projeto de Fábrica de Papel e Celulose



Objetivo

Este projeto visa dimensionar uma fábrica de celulose kraft que processa 400 toneladas por hora de polpa de celulose. O processo começa com a utilização de toras de pinus de 1 metro de comprimento e 40 cm de diâmetro. A empresa opera 8 horas por dia. Os aspectos cobertos incluem a produção de cavacos, dimensionamento do digestor, consumo de licor branco e produção de licor negro, processo de recuperação, tratamento de efluentes (ETE), branqueamento e a escolha do modelo da máquina de papel.

Introdução

Uma empresa de papel e celulose funciona a partir do cultivo e colheita de florestas plantadas, como eucalipto e pinus, que são desgalhadas, cortadas em toras e picadas em cavacos de madeira. Esses cavacos são cozidos com produtos químicos em grandes digestores para separar a celulose da lignina, seguidos por processos de lavagem, deslignificação e, se necessário, branqueamento da celulose. A celulose é então misturada com água e aditivos para formar uma suspensão fibrosa, que é espalhada sobre uma tela em movimento para formar uma folha de papel úmida, posteriormente prensada e seca. O papel seco pode ser revestido, calandrado e cortado nas dimensões desejadas antes de ser embalado e distribuído. A sustentabilidade é uma parte integral do processo, com práticas de manejo florestal sustentável e operações de reciclagem de papel usado. Além disso, as empresas investem em pesquisa e desenvolvimento para melhorar a eficiência dos processos, criar novos produtos e adotar tecnologias mais ecológicas.

A celulose é um dos materiais que compõem as células das plantas. Ela é o elemento mais abundante nas paredes celulares vegetais: troncos de madeira costumam ser 50% compostos por celulose. Formada por moléculas de glicose unidas por ligações de hidrogênio, a estrutura dessa substância é organizada em feixes, produzindo as fibras que ganham diversos papéis importantes na indústria.

1. Dados de Entrada

- **Capacidade de Produção de Polpa**: 400 toneladas/hora
- **Tempo de Operação**: 8 horas por dia
- **Matéria-prima**: Toras de pinus de 1 metro de comprimento e 40 cm de diâmetro
- **Densidade da Madeira**: Aproximadamente 0,5 g/cm³

2. Dimensionamento do Digestor e Produção de Cavacos

2.1. Características das Toras de Pinus

- **Comprimento**: 1 metro
- **Diâmetro**: 40 cm
- **Densidade da Madeira**: Aproximadamente 0,5 g/cm³

2.2. Cálculo da Produção de Cavacos

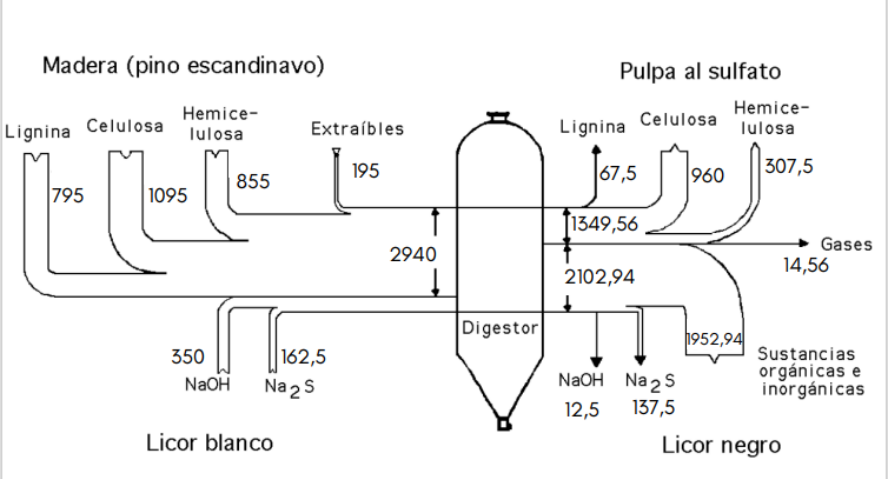
- **Volume de uma Tora**:
- $\mathrm{V} = \pi \times (\frac{d}{2})^2 \times \mathrm{h} \ = \pi \times (0{,}4/2)2 \times 1 \ \approx 0{,}1256\,\mathrm{m3}$

- **Massa de uma Tora**:
- $M = V \times \text{Densidade} = 0{,}1256 \times 500 = 63{,}8\,\text{kg}$

- **Número de Toras por Hora**:
- $\frac{400.000}{63{,}8} \approx 6377\ \text{toras/hora}$

- **Número de Toras por Dia (8 horas)**:
- $6377 * 8 = 51.016\ \text{toras/hora}$

2.3. Digestor



- **Capacidade do Digestor**:
- Considerando uma eficiência de 90% na conversão de madeira em polpa, a capacidade do digestor deve ser:
- Capacidade do Digestor = 400/0.9 = 444,44 toneladas/hora

- **Volume do Digestor**:
- Volume de madeira necessário por hora:
  Volume por hora=6377×0,1256=801,44 m3/hora
- Considerando um tempo de retenção típico de 1 hora:
  Volume do Digestor=801,44 m3

3. Licor Branco e Licor Negro

3.1. Licor Branco

- **Composição**: Principalmente NaOH e Na2S
- **Taxa de Aplicação**: Aproximadamente 15% do peso da madeira seca
- **Consumo por Hora**: 0,15×400=60 toneladas/hora,

3.2. Licor Negro

- **Produção**: Aproximadamente 1,5 vezes a quantidade de madeira seca
- **Produção por Hora**: 1,5×400=600 toneladas/hora
- **4. Processo de Recuperação Química**

4.1. Evaporadores

- **Capacidade**: De acordo com a produção de licor negro, pelo menos 600 toneladas/hora.
- **Número de Efeitos**: Pelo menos 5 efeitos para eficiência máxima.

4.2. Cadeia de Recuperação

- **Cálculo de Capacidade**: Deve ser capaz de processar 600 toneladas/hora de licor negro para recuperar NaOH e Na2S.

4.3. Forno de Cal

- **Capacidade de Processamento**: Aproximadamente 60 toneladas/hora de lama de cal.
- **Produção de Cal Viva (CaO)**: Aproximadamente 40 toneladas/hora.

5. Tratamento de Efluentes (ETE)

5.1. Capacidade

- **Volume de Efluentes**: Aproximadamente 2,5 m³/tonelada de celulose.
- **Capacidade Total**:
- $2{,}5 \times 400 \times 8 = 8000\ \mathrm{m^3/dia}$

5.2. Tecnologias de Tratamento

- **Tratamento Primário**: Sedimentação.
- **Tratamento Secundário**: Lodos ativados.
- **Tratamento Terciário**: Filtros de areia, desinfecção.

6. Branqueamento

6.1. Processo Escolhido

- **Tecnologia**: Sequência ECF (Elemental Chlorine Free), utilizando dióxido de cloro (ClO_2).
- **Etapas**: D0 (ClO_2), EOP (extração com oxigênio e peróxido), D1 (ClO_2), D2 (ClO_2).

6.2. Dimensionamento

- **Consumo de ClO_2**: Aproximadamente 10 kg/tonelada de celulose.
- **Necessidade por Hora**: 10×400=4000 kg

7. Máquina de Papel

7.1. Modelo Sugerido

- **Modelo**: Voith XcelLine.
- **Capacidade**: Até 2000 toneladas/dia.
- **Velocidade**: Até 2000 m/min.
- **Largura da Tela**: Até 10 metros.

10. Conclusão

A madeira será umidificada antes de entrar no digestor, onde passará pelo processo Kraft. Nesse processo, o digestor receberá uma corrente de entrada de 36.404 toneladas por hora de licor branco. Os cavacos de madeira, juntamente com o licor branco, serão cozidos a uma temperatura de 165°C. O digestor terá duas saídas: uma com o licor negro, que é o licor branco impregnado com a lignina dissolvida, e outra com a polpa de celulose, com uma vazão de 400.000 kg/h.

Este artigo oferece uma visão geral dos fatores a serem considerados no dimensionamento de uma fábrica de papel e celulose. Para um projeto concreto, seria essencial contar com engenheiros especializados, realizar estudos de viabilidade econômica e ambiental, além de levar em conta todos os detalhes específicos do local e do mercado-alvo.

9. Referência

Suzano - Home. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/>.

Celulose: Veja o que é, para que serve e os tipos | Klabin. Disponível em: <https://klabin.com.br/negocios-e-produtos/celulose>.

DA, E.; CAMPOS, S. **Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel Processo de fabricação de papel (Uma visão geral)**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/SD_Papel_Visao_geral.pdf>.

MARCONDES, A.; OTERO, M.; ALMEIDA, D. **Método para altos teores de sólidos**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1993_Densidade+licor+negro.pdf>.

Aprenda como funciona a produção de papel e celulose. Disponível em: <https://propeq.com/papel-producao/>.

ANDRITZ Group. (2024). Pulp and Paper Technology. Recuperado de https://www.andritz.com